

# 两横流风机串联时风机之间气流特性研究

□ 李华杰 张 辉

(河南科技大学艺术与科技学院 河南·洛阳 471003)

**摘要:** 把两横流风机串联运行时风机之间的气流特性与单风机性能相比较,发现了一些对实践有指导意义的规律:弱排强吸和强吸弱排组合在大流量时,对于系统性能提升很小,不提倡使用;在小流量时,节流器两侧压差增加,取得了较为明显的增压效果,同时流量增加显著;横流风机作为增流效果优于增压效果;当两风机吸排能力相当时,横流风机串联利于增加流量,对增压不显著。

**关键词:** 横流风机 风机串联 压力增强 流量增加 性能曲线

中图分类号: TH432

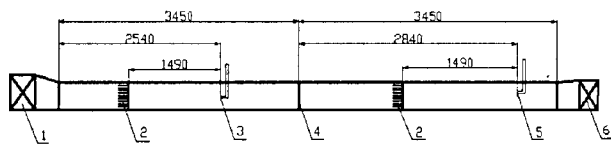
文献标识码: A

文章编号: 1007-3973(2010)010-079-02

横流风机是一种应用广泛的风机设备。它具有结构紧凑,气流在轴线方向上的相互影响很小,不必改变流动方向,进出口截面为矩形,排出的气流沿宽度方向分布均匀且呈层流式,动压较高,并且到达距离较长,具杂物自清作用和喷射性,且噪声较低等特点。横流风机在空间允许的情况下,可通过增加横向结构的方式来增大流量。但是在某些场合,当风机无法满足使用要求,而空间上又不允许增加横向结构时,可考虑采用多风机串联形式运行。本文利用自制的风机串联气流特性试验台,对横流风机的串联工作进行了对比试验,通过分析总结,研究探讨了当两横流风机串联时风机之间气流特性的一般规律。

## 1 试验台与试验方法

### 1.1 试验台



1、I级风机 2、整流栅 3、I测位 4、节流器 5、II测位 6、II级风机

图1 风机串联时两风机之间气流特性试验台示意图

试验台结构如图1所示。该机构按照国家《工业通风机用标准化风道进行性能试验标准》改造设计。I级风机为排气风机,II级风机为吸气风机,风管采用300mm×300mm方形截面管道。节流器处于系统中部,采用7块不同通流面积的阻力档板来模拟不同工况。节流器两侧设置两个测位,两个测位前设置有整流栅。

横流风机的结构参数如表1所示,结构如图2。

表1 横流风机结构参数

叶片半径R	叶片包角θ	叶片入口角α	叶片出口角γ	叶轮外径D2	叶轮内径D1	蜗舌间隙δ	叶轮宽度B	舌部倾角γ1
37.5mm	83°	20°	90°	280mm	196mm	5mm	300mm	11°

### 1.2 试验方法

系统使用变频器调速, NPL型毕托管和数字微压计测量风压,在测试位横截面上分9点采集数据。主要数据处理公式如下:

$$\text{动压 } P_d = 9.8 \times ((P_{d1}^2 + P_{d2}^2 + \dots + P_{d9}^2) / 9)^{0.5} \quad (\text{Pa})$$

$$\text{全压 } P = P_s + P_d \quad (\text{Pa})$$

$$\text{静压 } P_s = 9.8 \times (P_{s1} + P_{s2} + \dots + P_{s9}) / 9 \quad (\text{Pa})$$

$$\text{流量 } Q = FV3600 \quad (\text{m}^3/\text{h})$$

$$\text{风速 } V = 4.04 \sqrt{\frac{P_d}{9.8}} \quad (\text{m/s}) \quad V = 4.04 \quad (\text{m/s})$$

$$\text{效率 } \eta = \frac{P \times F \times V}{1000N} \times 100\%$$

式中: F—风管截面积,本文中 F=90000mm<sup>2</sup>

P<sub>d1</sub>, P<sub>d2</sub>, …, P<sub>d9</sub>—风管同一截面不同测点位置的动压, Pa;

P<sub>s1</sub>, P<sub>s2</sub>, …, P<sub>s9</sub>—风管同一截面不同测点位置的静压, Pa;

N 风机轴功率, kW

η 风机效率

试验时,先分别完成两台横流风机在5种不同转速下的单机特性试验,绘制各自的单风机性能曲线,然后根据所得结果,选出相匹配的风机转速。为了使所得结果具有普遍性,每台风机分别选择3种不同转速,保证前后级风机相匹配时有强排弱吸、弱排强吸和吸排能力相当三种情况。在转速相同的情况下,选择7种不同的阻力档板来模拟7中工况,并分别测出各工况下两测位各测点的全压和动压,然后计算出流量以及静压。

表2 试验风机的不同转速对应的最大流量

风机型号	不同转速下对应的不同流量		
	转速 n (r/min)	流量 Q (m <sup>3</sup> /h)	流量 Q (m <sup>3</sup> /h)
横流风机 I	522	564	684
	1659	1784	2251
横流风机 II	520	560	640
	1661	1788	2185

## 2 串联特性试验分析

### 2.1 弱排强吸的组合情况

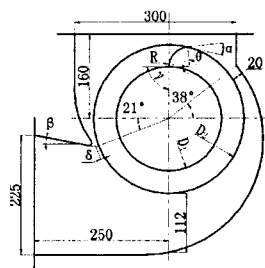


图2 横流风机结构图

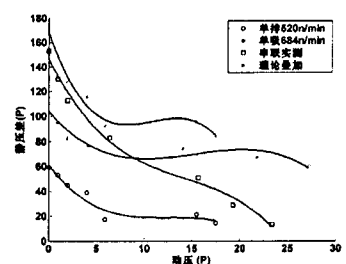


图3 弱排强吸组合与单机对比

图2两横流风机串联在弱排强吸(1661 m<sup>3</sup>/h -2251 m<sup>3</sup>/h)情况下与单机使用时的对比图,该图表示排气风机较弱而吸气风机较强的状态下串联,与单风机工作时的对比内容。在大流量情况下,串连实测和单吸风机的性能曲线有交点,说明此时排气风机为系统负载。随着节流器阻力的增大,流量逐渐减小,阻力层两侧的压差逐渐增大,弱排风机对系统性能的影响逐渐由负载转换为动力。

两横流风机串联的动压-静压曲线随着动压增高,串联实测压力逐渐减小,在小流量区,串联实测虽然略低于理论叠加但下降趋势相同。从图中可以看到,随着流量的逐渐增大,理论叠加曲线先于实测曲线出现平稳阶段,这是由于弱排风机随着流量的增加逐渐成为系统负载所致。从而得出结论,两横流风机串联在弱排强吸情况下,适合与流量低于排气风机临界点的小流量增压、增流,而不适合大流量区使用。

### 2.2 强排弱吸的组合情况

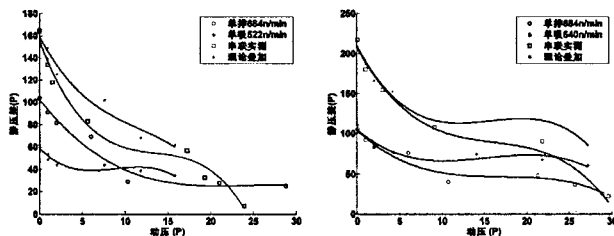


图4强排弱吸组合与单机对比

图4所示为两横流风机串联在强排弱吸(2349 m<sup>3</sup>/h -1659 m<sup>3</sup>/h)情况下与单机使用时的对比图。此时,在流量较大时,串联压差不及单机弱吸静压,动压低于单机强排,增压、增流效果均不明显。

小流量时,弱吸风机对系统性能的影响逐渐加大,串联流量变小并逐渐接近于弱吸风机单吸时最大流量,表示弱吸风机逐渐由系统负载转变为系统动力,而节流器两侧压差变化加快,达到了增压效果。

对比强吸弱排与强排弱吸,可以看到两种组合方式发挥的增压效果相当,流量变化趋势大致相同,说明横流风机作为排气或吸气风机对系统的贡献大致不变,可以在使用中根据不同需要前后调整。

两横流风机串联的动压-静压曲线上,随着动压增高,实测串联压力逐渐减小,在小流量区,串联实测略低于理论叠加值但下降趋势相同。与弱排强吸恰恰相反的是,随着流量的逐渐增大,实测曲线理论先于叠加曲线出现平稳阶段,这是由于弱吸风机随着流量的增加逐渐成为系统负载所致。由以上分析可知,横流风机同类串联强排弱吸情况下,适合中、小流量时增压、增流,大流量时效果不明显。

### 2.3 吸排能力相当的组合情况

图5所示为两横流风机吸排能力相当(2251 m<sup>3</sup>/h -2185 m<sup>3</sup>/h)情况下与单风机对比图。串联后系统动压高于各单风机

时动压,说明吸排能力相当时,该组合能增加系统流量。随着管网阻力的增加,动压增量逐渐减小,但始终高出于单机流量,说明横流风机串联时有利于增加流量。增压方面,在中小流量区,随着阻力的增高,压差变化迅速,说明该组合,增压效果良好。

另外,随着动压增高,串联静压逐渐减小,在小流量区,串联实测与理论叠加曲线几乎重合。随着流量的增加串连实测曲线逐渐低于理论叠加曲线。这是由于横流风机作为排气的增压效果低于横流风机作为吸气的增压效果所致。而大流量区,串联实测值进一步降低,甚至低于单机性能。因此两吸排能力相当的横流风机串联适合在小流量区增压、增流,不适合大流量区使用。

### 3 结论

通过对横流风机的弱排强吸、强排弱吸以及吸排能力相当三种组合的数据分析,得到一些横流-横流串联时可供参考的结论。

- (1)弱排强吸和强吸弱排组合中在大流量时,横流风机串联对于系统性能提升很小,不提倡使用;在小流量时,节流器两侧压差增加,取得了较为明显的增压效果,流量增加显著。
- (2)横流风机作为增流风机效果优于作为增压风机。
- (3)当两风机吸排能力相当时,横流风机串联利于增加流量;对增压不显著。

### 参考文献:

- [1] 庞靖,周学建,刘师多.通风机串联性能[J].河南科技大学学报:自然科学版,2005,26(06):28-30.
- [2] 刘师多,丁慧玲,师清翔.横流风机与离心风机串联特性的试验[J].农业机械学报,2006,27(07):75-77.
- [3] 侯风云,周学建,师清翔.轴流风机与离心风机S串联吸气特性的试验[J].河南科技大学学报:自然科学版,2006,27(05):11-13.
- [4] 庞靖.轴流与横流风机串联排气特性研究[D].河南洛阳,河南科技大学,2005,5:21-28.
- [5] 丁慧玲.离心风机与横流风机串联排气特性研究[D].河南洛阳,河南科技大学,2005,5:24-25.
- [6] 李华杰,席志强.风机串联性能试验节流器设计[J].农业装备与车辆工程,2010,(08):45-47.
- [7] 国家质量技术监督局.GB/T3235-1999 通风机基本型式、尺寸参数及性能曲线[S].北京:中国标准出版社,1999.
- [8] 国家质量技术监督局.GB/T15913-1995 风机机组与管网系统节能监测方法[S].北京:中国标准出版社,1995.
- [9] 国家质量技术监督局.GB/T1236-2000 工业通风机用标准化风道进行性能试验标准[S].北京:中国标准出版社,2000.
- [10] 龙珍珠,张水平,唐敏康.利用 MATLAB 语言对风机性能实测数据进行处理[J].矿业工程,2003,(1):51-52.